

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0420U100324

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-02-2020

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Касперович Дмитро Васильович

2. Kasperovych Dmytor

Кваліфікація: 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.16

Назва наукової спеціальності: Фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 19-12-2019

Спеціальність за освітою: фізика ядра та фізика високих енергій

Місце роботи здобувача: Інститут ядерних досліджень НАН України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: пр-т Науки, 47, м. Київ, Київська обл., 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.167.01

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут ядерних досліджень НАН України

**Код за ЄДРПОУ:** 23724640

**Місцезнаходження:** пр-т Науки, 47, м. Київ, Київська обл., 03028, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут ядерних досліджень НАН України

**Код за ЄДРПОУ:** 23724640

**Місцезнаходження:** пр-т Науки, 47, м. Київ, Київська обл., 03028, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 29.15.15

**Тема дисертації:**

1. Подвійний бета-розпад ядер  $^{116}\text{Cd}$  та  $^{150}\text{Nd}$
2. Double beta decay of  $^{116}\text{Cd}$  and  $^{150}\text{Nd}$  nuclei

**Реферат:**

1. У дисертації представлено результати розробки низькофонової сцинтиляційної установки для низькофонових експериментів та дослідження радіоактивної забрудненості сцинтиляторів та зразків матеріалів. Виміряно спектри фону зі сцинтиляційним детектором  $\text{CdWO}_4$  у різних конфігураціях пасивного та активного захисту. Рівень фону знижено на порядок у області енергії  $>3$  MeV та на 3 порядки в інтервалі енергій 0.5 – 2.5 MeV. Оцінено чутливість установки до радіоактивних забруднень сцинтиляторів та зразків матеріалів. Подвійний бета-розпад ядра  $^{150}\text{Nd}$  на перший  $0^+$  збуджений рівень  $^{150}\text{Sm}$  з енергією 740.5 keV було досліджено за допомогою глибоко очищеного зразка оксиду неодиму масою 2381 г у низькофоновій установці з 4-ма детекторами з високочистого германію протягом 16375 годин вимірювань. Було визначено забрудненість зразка радіонуклідами 40K, дочірніми уран-торієвих рядів,  $^{138}\text{La}$  та  $^{176}\text{Lu}$ . У спектрі збігів спостережено  $p$ -кванти з енергіями 334.0 keV та 406.5 keV, очікувані у шуканому розпаді. Отримано період напіврозпаду  $T_{1/2} = 4.7_{(-1.9)}^{(+4.1)}$  (стат)  $\pm 0.5$  (сист)  $\times 10^{19}$  років. Було проаналізовано радіоактивну забрудненість сцинтиляційних кристалів вольфрамату кадмію, збагачених ізотопом  $^{116}\text{Cd}$  до 82%,

радіонуклідами  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , дочірніми уран-торієвих рядів, що дозволило отримати найточніше значення періоду напіврозпаду  $^{116}\text{Cd}$  відносно двонейтринного подвійного бета-розпаду на основний стан ядра  $^{116}\text{Sn}$ :  $T_{1/2} = (2.63 \pm 0.01(\text{stat})_{-0.12}^{+0.11}(\text{syst})) \times 10^{19}$  років. Досліджено радіоактивну забрудненість сцинтиляційних кристалів вольфрамату цинку, отриманих методом Чохральського з низьким температурним градієнтом у різних умовах. Внутрішня активність  $\beta$ -радіоактивних ізотопів лежить у межах 0.16 – 1.4 мБк/кг; активність  $^{228}\text{Th}$  у найкращих зразках не перевищує 0.17 мкБк/кг. Це дозволяє у подальшому застосовувати сцинтиляційні кристали  $\text{ZnWO}_4$  у різних експериментах з пошуку рідкісних ядерних процесів.

2. The thesis describes R&D of the low background scintillation setup for small scale low counting experiments, scintillators and materials screening. Background energy spectra of  $\text{CdWO}_4$  scintillation detector in conditions without shield, and different passive copper, lead, and active shield (muon-veto counter, hardware rejection of Cherenkov signals in the quartz light-guide of the  $\text{CdWO}_4$  detector) configurations were measured. The level of background was reduced by one order of magnitude above the energy 3 MeV and by 3 orders of magnitude in the energy interval 0.5 – 2.5 MeV. The sensitivity of the setup to radioactive contamination of scintillators and different materials samples was estimated. Double beta decay of  $^{150}\text{Nd}$  to the first  $0^+$  740.5-keV excited level of  $^{150}\text{Sm}$  was investigated by using a deeply purified 2381-g neodymium oxide measured by four low-background HPGe detectors for 16375 h. Radioactive contamination of the sample by  $^{40}\text{K}$ , nuclides of uranium and thorium chains,  $^{138}\text{La}$  and  $^{176}\text{Lu}$  has been estimated. Gamma quanta with energies 334.0 keV and 406.5 keV, expected in the decay, are observed in coincidence mode giving the half-life  $T_{1/2} = 4.7_{-1.9}^{+4.1}(\text{stat}) \pm 0.5(\text{syst}) \times 10^{19}$  y. Radioactive contamination of enriched in  $^{116}\text{Cd}$  to 82%  $^{116}\text{CdWO}_4$  crystal scintillators by uranium-thorium daughters,  $^{40}\text{K}$ , and  $^{137}\text{Cs}$  has been analysed that allowed to obtain the most accurate value of the half-life of  $^{116}\text{Cd}$  relatively to the  $2\nu 2\nu$  decay to the ground state of  $^{116}\text{Sn}$  as  $T_{1/2} = (2.63 \pm 0.01(\text{stat})_{-0.12}^{+0.11}(\text{syst})) \times 10^{19}$  y. Radioactive contaminations of zinc tungstate crystal scintillators, produced by low-thermal-gradient Czochralski technique in various conditions, have been investigated. The total alpha activity varies between 0.16 and 1.4 mBq/kg, while the  $^{228}\text{Th}$  activity is limited on the level of  $< 0.17 \mu\text{Bq/kg}$  in the best samples. The results open possibility for application of  $\text{ZnWO}_4$  crystal scintillators in low counting experiments.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Даневич Федір Анатолійович

2. Danevich Fedir Anatoliyovych

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., 01.04.16

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Каденко Ігор Миколайович

2. Kadenko Igor M.

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., 01.04.16

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Раткевич Сергій Станіславович

2. Ratkevich Sergii Stanislavovich

**Кваліфікація:** к.ф.-м.н., 01.04.16

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лашко Юлія Анатоліївна

2. Lashko Yuliya Anatoliivna

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., 01.04.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## **VIII. Заклучні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Денисов Віталій Юрійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Денисов Віталій Юрійович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Т.А.